



**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

REC'D 30 SEP 2004

WIPO

PCT

**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

**Patentanmeldung Nr.    Patent application No.    Demande de brevet n°**

03425571.1

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**R C van Dijk**



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03425571.1  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 04.09.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Askoll Holding S.r.l.  
Via Industria, 30  
36031 Povolaro di Dueville (Vicenza)  
ITALIE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Method and device for determining the hydraulic flow rate in a pump driven by a  
synchronous electric motor

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

F04D/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

Titolo: Metodo e dispositivo per determinare la portata idraulica in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono.

## DESCRIZIONE

### Campo di applicazione

- 5 La presente invenzione si riferisce, nel suo aspetto più generale, ad una pompa azionata da un motore elettrico sincrono, del tipo in cui un rotore, dotato di un magnete permanente, viene indotto in rotazione dal campo elettromagnetico generato dallo statore, dotato di espansioni polari con relativi avvolgimenti.
- 10 In particolare, questa invenzione concerne un metodo ed un dispositivo per determinare la portata idraulica in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono.

### Arte nota

- 15 Come é ben noto ai tecnici di ramo, le pompe di circolazione di fluido sono montate ad esempio negli impianti di riscaldamento e/o condizionamento, ma anche nelle macchine lavatrici ad uso domestico e industriale.

La loro produzione attuale è pressoché realizzata con motori asincroni. Solo recentemente sono stati introdotti modelli con motori sincroni.

- 20 In tutti questi impieghi la portata della pompa, vale a dire il carico al quale il motore elettrico è sottoposto, è variabile nel tempo, a volte in modo repentino e imprevedibile. Cambiano quindi le condizioni in cui lavora il motore.

- 25 Per esempio, nel caso di applicazioni su macchine lavatrici, la pompa deve far circolare, o deve scaricare, una miscela di fluido in cui le percentuali di acqua e di aria sono soggette a variazioni. E' però opportuno che il motore operi sempre in un regime vicino a quello di massima efficienza, cosa che si traduce anche in un risparmio energetico per l'utente.

- 30 Inoltre le variazioni troppo brusche del carico possono causare anche

un blocco temporaneo del motore, cosa che richiederebbe un intervento manuale o automatico per un nuovo avviamento.

5 Per ottenere un regime costante sarebbe molto utile poter disporre istante per istante di una misura del carico, cioè della portata idraulica del fluido.

Nella tecnica sono noti diversi dispositivi per misurare, anche con rilevazioni continue, la portata.

10 Questi misuratori di portata generalmente sono dei dispositivi che vengono posti in corrispondenza delle mandate delle pompe e, sfruttando diversi principi, determinano quanto volume di liquido passa per una data sezione in un tempo prefissato.

Tutti questi misuratori, pur soddisfacendo lo scopo di dare una misurazione della portata, hanno però alcuni inconvenienti.

15 Innanzitutto, è necessario prevedere sulla mandata un certo ingombro in cui alloggiarli.

Inoltre si vuole evidenziare che, per accertarne il buon funzionamento, occorre sottoporre questi dispositivi a periodiche attività di manutenzione preventiva.

20 Altre soluzioni possono prevedere ad esempio l'impiego di sensori di corrente per determinare indirettamente la portata della pompa rilevando un maggiore o minore assorbimento di corrente da parte degli avvolgimenti di statore.

Questa soluzione non fornisce però misure precise e affidabili.

25 Una ulteriore soluzione tecnica nota è descritta nella domanda di brevetto europeo n° 0 403 806 che riguarda una pompa centrifuga o un ventilatore per far circolare un fluido a temperatura controllata, in particolare in impianti di riscaldamento. Sono previsti sensori per determinare la portata del fluido e sensori di temperatura per determinare la temperatura del fluido. Un controllore associato al  
30 motore elettrico elabora i valori ricevuti dai sensori per pilotare il motore

al fine di ottenere una temperatura del fluido pressoché costante.

Anche questa soluzione necessita la presenza e la gestione di costosi sensori che complicano la struttura della pompa e del dispositivo di pilotaggio del relativo motore elettrico.

- 5 Il problema che sta alla base della presente invenzione è quello di escogitare un metodo ed un relativo dispositivo per determinare la portata in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono, i quali abbiano rispettive caratteristiche tali da consentire di superare tutti gli inconvenienti citati con riferimento alla tecnica nota.

10 Sommario dell'invenzione

- 15 L'idea di soluzione che sta alla base della presente invenzione è quella di effettuare una misura indiretta della portata rilevando una variabile di funzionamento della pompa correlata alla portata secondo un predeterminato rapporto non lineare di correlazione ottenuto sperimentalmente.

Sulla base di tale idea di soluzione il problema tecnico è risolto, secondo la presente invenzione, da un metodo del tipo precedentemente indicato e caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti fasi di:

- acquisizione di almeno una variabile di funzionamento della pompa;
- 20 - confronto tra il valore di detta variabile ed una predeterminata tabella di correlazione a valori di portata idraulica e determinazione di un corrispondente valore di portata.

Più in particolare, secondo uno specifico esempio di realizzazione della presente invenzione, il metodo comprende le seguenti fasi di:

- 25 - acquisizione di un valore corrente di angolo di carico o ritardo  $\theta$ , ovvero dell'angolo di sfasamento tra tensione di rete applicata ai capi del motore e forza contro elettromotrice provocata dalla somma degli effetti del flusso di statore e del flusso indotto dalla rotazione del magnete permanente del rotore;

- confronto tra tale detto valore corrente di angolo di carico  $\theta$  ed una predeterminata tabella di correlazione a valori di portata idraulica e determinazione di un corrispondente valore corrente di portata.

- 5 Le ulteriori caratteristiche e i vantaggi del metodo e del dispositivo per determinare la portata in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono risulteranno maggiormente chiari dalla descrizione di un loro esempio di realizzazione, fatta qui di seguito con riferimento ai disegni allegati, dati a titolo indicativo e non limitativo.

#### Breve descrizione dei disegni

- 10 La figura 1 rappresenta schematicamente un grafico di tensione e forza contro elettromotrice di un motore elettrico sincrono;

La figura 2 rappresenta schematicamente un grafico di tensione e forza contro elettromotrice in una diversa fase di funzionamento di un motore elettrico sincrono;

- 15 La figura 3 rappresenta schematicamente un motore elettrico sincrono dotato di un dispositivo, secondo l'invenzione, per determinare la portata in una pompa azionata da tale motore;

- 20 La figura 4 mostra uno schema a blocchi di un dispositivo secondo l'invenzione per determinare la portata in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono;

Le figure 5, 6 e 7 rappresentano diagrammi di flusso del metodo, secondo l'invenzione, per determinare la portata in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono.

#### Descrizione dettagliata di una forma di realizzazione preferita

- 25 Con riferimento iniziale all'esempio di figura 4, viene mostrato un dispositivo, realizzato in accordo con la presente invenzione ed indicato complessivamente con 10, per determinare la portata in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono 12. Il motore 12, visibile in figura 3, è del tipo comprendente un rotore 14, dotato di un magnete

permanente, che viene indotto in rotazione dal campo elettromagnetico generato da uno statore 16, dotato di espansioni polari 18 con relativi avvolgimenti.

5 Il dispositivo 10 comprende un sensore 20 di flusso magnetico del rotore 14, ad esempio un sensore di tipo Hall, posizionato sullo statore 16 a ridosso del rotore 14. Il sensore 20 è collegato ad una unità di elaborazione 22, che fornisce in uscita il valore della portata della pompa.

10 In accordo con la presente invenzione, per determinare la portata in una pompa azionata dal motore elettrico sincrono 12 viene utilizzata l'unità di elaborazione 22 del dispositivo 10 alla quale è associata una porzione di memoria nella quale sono immagazzinati dati sperimentali di correlazione tra i valori di portata ed i corrispondenti valori di una  
15 variabile di funzionamento del motore della pompa, ad esempio l'angolo di carico.

In pratica, il metodo dell'invenzione consente di determinare la portata del flusso del liquido circolante in una pompa azionata dal motore  
20 sincrono 12 durante il suo funzionamento a regime, avvalendosi di una misura di una variabile di funzionamento della pompa, in particolare la misura dell'angolo di carico o ritardo  $\vartheta$ .

Com'è ben noto, tale angolo di carico  $\vartheta$  rappresenta lo sfasamento tra tensione applicata ai capi del motore 12 e la forza contro elettromotrice provocata dalla somma degli effetti del flusso di statore 16 e del flusso indotto dalla rotazione del magnete permanente del rotore 14.

25 Nel momento in cui il carico applicato all'asse della pompa collegata al motore 12 subisce una variazione, anche la coppia resistente applicata al rotore 14 del motore 12 subisce una variazione, modificando così l'angolo di sfasamento tra la forza contro elettromotrice e la tensione di rete e cioè appunto l'angolo di carico  $\vartheta$ .

30 L'aumento dell'angolo di carico è correlato in modo proporzionale con un innalzamento della portata idraulica all'interno della pompa, con

una correlazione a tratti lineare. Ad esempio, un aumento della portata idraulica comporta un aumento proporzionale dell'angolo di carico; viceversa, ad una diminuzione della portata corrisponde una diminuzione dell'angolo di carico.

- 5 Secondo l'invenzione, viene predeterminata una correlazione tra i valori di portata ed i corrispondenti valori di angolo di carico: tale correlazione può essere determinata con prove sperimentali, oppure anche tramite simulazioni teoriche o all'elaboratore elettronico, preferibilmente nel corso di una fase di taratura fatta preferibilmente nel luogo di  
10 produzione della pompa.

Scendendo più nel dettaglio, come è ben mostrato nella figura 4, l'unità di elaborazione 22, oltre ad essere collegata al sensore 20, riceve in ingresso anche un segnale di sincronismo di rete 24 ed un segnale proporzionale al valore efficace della tensione di rete 26.

- 15 Con un sensore 20 di tipo Hall, digitale, si misura il passaggio del picco di flusso magnetico di rotore 14. Sapendo che quest'ultimo è in ritardo di  $90^\circ$  sulla forza contro elettromotrice, si determina con precisione l'angolo di carico  $\vartheta$  come sfasamento tra la tensione applicata ai capi del motore 12, che è nota grazie al segnale di sincronismo di rete 24, e la  
20 forza contro elettromotrice provocata dalla somma degli effetti del flusso di statore 16 e del flusso indotto dalla rotazione del magnete permanente del rotore 14.

- Lo sfasamento  $\vartheta$  viene così determinato dall'unità di elaborazione 22 prendendo come riferimento il segnale di sincronismo di rete 24 che è  
25 un segnale ad onda quadra, con fronti di salita e di discesa coincidenti con il passaggio per lo zero della tensione di rete.

- Si richiama l'attenzione sul fatto che il sensore 20 di tipo Hall digitale fornisce in uscita un segnale ad onda quadra, con fronti di salita e di discesa coincidenti con l'inversione di polarità del magnete permanente  
30 del rotore 14 durante la rotazione.

Il tempo che intercorre tra il fronte del segnale di sincronismo 24 ed il



fronte del segnale del sensore 20, che segnala la posizione del rotore 14, è proporzionale all'angolo di carico 9.

5 Tuttavia, questo tempo varia in funzione della portata, della tensione di alimentazione del motore 12 e della temperatura di esercizio del magnete del rotore 14.

10 E' bene qui precisare che la dipendenza dell'angolo di carico 9 dalla portata è legato alle caratteristiche elettrofisiche della pompa. Tralasciando gli aspetti costruttivi (quali idraulica, avvolgimenti statorici e parti meccaniche), che in un prodotto consolidato vanno ad influire sull'angolo di carico 9 principalmente a causa delle tolleranze di produzione e comunque con valori piccoli e relativamente costanti, gli altri parametri critici che agiscono direttamente sulla variazione dell'angolo di carico sono proprio la tensione di rete e la temperatura del magnete del rotore 14. Nel caso di pompe con motore sincro 12 e  
15 rotore 14 immerso in un fluido operativo, la temperatura del magnete corrisponde a quella di tale fluido operativo.

Se la tensione di rete diminuisce, diminuisce anche l'intensità del flusso magnetico prodotto dallo statore 16 con una conseguente sottoeccitazione del motore 12.

20 Questa sottoeccitazione rende più difficile il mantenimento della situazione di sincronismo nel motore 12 e viene interpretata come un aumento del carico di lavoro, manifestandosi direttamente con un aumento dell'angolo di carico.

25 Viceversa, un aumento della tensione di rete comporta una sovraeccitazione del motore 12 e quindi una diminuzione dell'angolo di carico.

30 La dipendenza dalla temperatura del fluido operativo è dovuta dal fatto che il materiale ferromagnetico con cui è costituito il rotore 14 presenta un induzione magnetica residua  $B_R$  che varia in funzione della temperatura.

Un innalzamento della temperatura di esercizio del magnete del rotore

14 fa diminuire la  $B_R$  che va ad incidere a sua volta sull'intensità del flusso concatenato, abbassandola e riconducendo il motore 12 ad una situazione analoga al caso di abbassamento della tensione di alimentazione.

- 5 Per quanto riguarda quindi l'angolo di carico, un aumento della temperatura provocherà un suo aumento, e viceversa.

Per poter discriminare se la variazione dell'angolo di carico 9 è dovuta alla tensione di alimentazione o se tale variazione è dovuta ad un cambio di portata della pompa, viene utilizzato il segnale proporzionale al valore efficace della tensione di rete 26.

- 10 Questo segnale 26 viene ottenuto ad esempio mediante un blocco di condizionamento 28, quale un circuito hardware adattatore di tensione, da un segnale di tensione di rete 30. Tale segnale 26 permette all'unità di elaborazione 22 di ricondursi al valore efficace dell'alimentazione. In  
15 questa maniera, l'unità di elaborazione 22 è in grado di fornire un segnale proporzionale alla portata idraulica del tutto indipendente dalla tensione di alimentazione.

- Per poter discriminare invece se la variazione dell'angolo di carico 9 è dovuta alla deriva termica o se tale variazione è dovuta ad un cambio di  
20 portata della pompa, deve essere utilizzato un sensore 20A di tipo Hall analogico.

- Il sensore 20A di Hall di tipo analogico, oltre a permettere la lettura dell'inversione di polarità del magnete del rotore 14, è in grado di fornire in uscita un segnale sinusoidale di ampiezza proporzionale all'induzione  
25 residua  $B_R$  del materiale ferromagnetico con cui è composto il rotore 14.

- Come già accennato in precedenza, l'induzione residua  $B_R$  di un magnete è strettamente dipendente dalla temperatura di esercizio, perciò con tale segnale l'unità di elaborazione 22 è in grado di distinguere ulteriormente la variazione dell'angolo di carico dovuta a un  
30 cambio di portata dalla variazione dell'angolo di carico dovuta ad un cambio di temperatura.

In sostanza, il metodo dell'invenzione, attuato mediante l'unità di elaborazione 22 del dispositivo 10, comprende le seguenti fasi di:

- acquisizione di un valore corrente di angolo di carico 9;
- confronto tra tale valore corrente di angolo di carico con una  
5 predeterminata tabella di correlazione a valori di portata e determinazione di un corrispondente valore corrente di portata.

L'acquisizione può essere fatta in continuo o mediante un campionamento di tipo discreto.

- 10 Per una più precisa e sicura determinazione della portata, il metodo comprende fasi di:

- acquisizione di valori correnti di angolo di carico 9, di tensione di rete e di temperatura del magnete del rotore 14;
- confronto tra il valore corrente di detto angolo di carico ed una predeterminata tabella di correlazione a valori di portata;
- 15 correzione dei valori di portata in funzione dei valori di tensione di rete e/o di temperatura del magnete del rotore e determinazione di un valore corrente di portata.

- 20 Ancora più in generale, la presente invenzione riguarda un metodo per determinare la portata in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono, che comprende una misura indiretta di detta portata mediante le seguenti fasi di:

- acquisizione di almeno una variabile di funzionamento della pompa;
- confronto tra tale valore corrente di detta variabile con una  
25 predeterminata tabella di correlazione a valori di portata e determinazione di un corrispondente valore di portata.

Preferibilmente, detta almeno una variabile di funzionamento è un valore normalmente acquisito nelle unità di controllo delle pompe della tecnica nota, oppure è un valore determinabile in maniera agevole e a

bassi costi: ad esempio il valore dell'angolo di carico 9, ricavato a partire dal segnale del sensore 20 di tipo Hall, è particolarmente adatto per l'attuazione del metodo della presente invenzione.

5 Facendo ora specifico riferimento ai diagrammi di flusso delle figure 5 6 e 7, viene ora descritto dettagliatamente il flusso algoritmico dell'unità di elaborazione 22 che permette di attuare il metodo dell'invenzione, nel caso esemplificativo in cui la variabile di funzionamento sia l'angolo di carico 9.

10 Il sostanza, un segnale di uscita della portata 50 è generato proporzionalmente al valore di un contatore 52 dell'angolo di carico 9, incorporato nell'unità 22, e quindi proporzionalmente alla portata idraulica, basando l'elaborazione su una tabella precostituita da valori rilevati sperimentalmente.

15 Conoscendo il tempo che impiega l'unità 22 per effettuare una routine di interrupt, ovvero il tempo di esecuzione del programma mostrato schematicamente nella figura 5, e moltiplicandolo per il valore del contatore 52 del ritardo 9, si ricava il tempo che intercorre tra un fronte del segnale di sincronismo di rete 24 ed un fronte del segnale di uscita del sensore 20 Hall, riconducendolo all'angolo di carico 9.

20 La routine di interrupt di figura 5 parte da uno stato iniziale, blocco 54, dove è indicato un valore iniziale del segnale di uscita della portata 50.

Si passa ad una prima fase di verifica, blocco 56, in cui si valuta se è pervenuto un fronte di salita del segnale di sincronismo di rete 24.

25 In caso affermativo, si procede a un incremento del contatore 52 dell'angolo 9 nel blocco 58. Si giunge quindi ad una seconda fase di verifica, blocco 60, in cui si valuta se è pervenuto un fronte di salita del segnale di uscita del sensore 20 Hall.

In caso affermativo, viene attivato un blocco di calcolo 62 mediante il quale viene interrotto il contatore 52 e si aggiorna la variabile ritardo 9.

30 Per completezza di descrizione si segnala ora anche la presenza di due

procedure, entrambe opzionali, illustrate rispettivamente nelle figure 6 e 7: una prima procedura di compensazione di tensione 64 ed una seconda procedura di compensazione della temperatura 66. Il relativo flusso di elaborazione dei segnali è mostrato in dettaglio nelle figure 6 e 7, ma verrà illustrato in seguito per non interrompere ora la descrizione della routine di interrupt principale.

A questo punto il flusso perviene ad un blocco di generazione 68 del segnale d'uscita che è proporzionale alla portata idraulica in base alla variabile del ritardo 9.

10 A tale blocco di generazione 68 si giunge anche in caso di risposta negativa nel primo blocco di verifica 56 o nel secondo blocco di verifica 60, dopo il passaggio attraverso un blocco di mantenimento 70, in cui la variabile ritardo 9 è mantenuta al suo valore più recente.

15 Un blocco di trasmissione 72 consente la trasmissione verso l'esterno dell'unità di elaborazione 22 del segnale d'uscita generato nel blocco di generazione 68.

Si arriva così ad un blocco di chiusura 74 della routine di interrupt.

20 Nella figura 6 è mostrato il diagramma di flusso che dettaglia l'elaborazione all'interno del blocco di compensazione di tensione 64 della figura 5.

25 Dopo una fase di lettura, blocco 76, di un valore proporzionale alla tensione di rete, si passa ad un blocco di assegnazione 78 di un primo fattore di scala alla variabile ritardo 9. Tale assegnazione è effettuata sulla base del valore acquisito nel blocco di lettura 76 e di una tabella precostituita, ottenuta con valori sperimentali.

Si evolve così verso un blocco di aggiornamento 80, in cui la variabile ritardo 9 è modificata secondo il primo fattore di scala del blocco di assegnazione 78.

30 Nella figura 7 è mostrato il diagramma di flusso che dettaglia l'elaborazione all'interno del blocco di compensazione della temperatura

66 della figura 5.

Dopo una lettura, blocco 77, di un valore proporzionale all'induzione magnetica residua  $B_R$  del magnete, che proviene dal sensore 20 di tipo Hall analogico, si passa ad un blocco di assegnazione 79 di un secondo  
5 fattore di scala alla variabile ritardo 9. Tale seconda assegnazione è effettuata sulla base del valore acquisito nel blocco di lettura 77 e di una tabella precostituita, ottenuta con valori sperimentali.

Si evolve così verso un blocco di aggiornamento 81, in cui la variabile ritardo 9 è modificata secondo il secondo fattore di scala del blocco di  
10 assegnazione 79.

Si vuole anche evidenziare come il valore di portata idraulica ottenuto dall'unità di elaborazione 22 può essere riutilizzato dall'unità di controllo della pompa per la regolazione della potenza assorbita della  
15 suddetta unità di elaborazione 22), oppure può essere comunicato all'esterno ad un altro dispositivo di controllo per ulteriore elaborazione oppure può essere utilizzato per entrambe le precedenti opzioni.

Il vantaggio principale raggiunto dal metodo per determinare la portata in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono della presente  
20 invenzione risiede nel fatto di poter valutare la portata in maniera inusitatamente rapida ed affidabile.

Il metodo ed il dispositivo per determinare la portata in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono appena descritti sono suscettibili di modifiche, tutte alla portata del tecnico del settore e tutte  
25 rientranti nell'ambito di protezione della presente invenzione, quale definito dalle seguenti rivendicazioni.

## RIVENDICAZIONI

1. Metodo per determinare la portata idraulica in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono (12), detto motore (12) essendo del tipo comprendente un rotore (14), dotato di un magnete permanente, che  
5 viene indotto in rotazione dal campo elettromagnetico generato da uno statore (16) dotato di espansioni polari (18) con relativi avvolgimenti, caratterizzato dal fatto di comprendere una misura indiretta di detta portata mediante le seguenti fasi di:
- acquisizione di almeno una variabile di funzionamento della pompa;
  - 10 - confronto tra il valore di detta variabile ed una predeterminata tabella di correlazione a valori di portata idraulica e determinazione di un corrispondente valore di portata.
2. Metodo per determinare la portata in una pompa secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta acquisizione avviene  
15 in continuo.
3. Metodo per determinare la portata in una pompa secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta almeno una variabile di funzionamento della pompa è un angolo di carico o ritardo  $\varphi$ , ovvero un angolo di sfasamento tra la tensione di rete applicata ai capi del  
20 motore (12) e forza contro elettromotrice provocata dalla somma degli effetti del flusso di statore (16) e del flusso indotto dalla rotazione del magnete permanente del rotore (14).
4. Metodo per determinare la portata in una pompa secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di prevedere l'acquisizione di  
25 un'ulteriore variabile di funzionamento della pompa quale una tensione di rete applicata ai capi del motore (12).
5. Metodo per determinare la portata in una pompa secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che di prevedere l'acquisizione di un'ulteriore variabile di funzionamento della pompa quale la  
30 temperatura del magnete del rotore (14).

6. Metodo per determinare la portata in una pompa secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di prevedere una compensazione di detto valore di portata in presenza di variazione della tensione di alimentazione elettrica del motore; tale compensazione  
5 essendo ottenuta mediante un'ulteriore predeterminata tabella di correlazione.
7. Metodo per determinare la portata in una pompa secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di prevedere una misura della temperatura di detto rotore (14) per compensare il valore di detta  
10 portata in presenza di variazioni di temperatura e mediante un'ulteriore predeterminata tabella di correlazione.
8. Metodo per determinare la portata in una pompa secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di prevedere il rilevamento di un segnale proporzionale all'induzione residua ( $B_R$ ) del materiale  
15 ferromagnetico del rotore (14) e dipendente dalla temperatura di esercizio, mediante un sensore (20A) di Hall di tipo analogico.
9. Dispositivo elettronico (10) per determinare la portata idraulica di una pompa azionata da un motore elettrico sincrono (12), detto motore (12) essendo del tipo comprendente un rotore (14), dotato di un magnete  
20 permanente, che viene indotto in rotazione dal campo elettromagnetico generato da uno statore (16) dotato di espansioni polari (18) con relativi avvolgimenti, caratterizzato dal fatto di comprendere un'unità di elaborazione (22) ricevente in ingresso una primo segnale (24) proveniente da un sensore (20) di flusso magnetico del rotore (14) e un  
25 secondo segnale (24) di sincronismo di rete ed essendo munita o associata ad una porzione di memoria nella quale sono immagazzinati dati sperimentali di correlazione tra i valori di portata idraulica ed una variabile di funzionamento del motore della pompa.
10. Dispositivo elettronico secondo la rivendicazione 9, caratterizzato  
30 dal fatto che detta variabile è l'angolo di carico  $\vartheta$  e che detto sensore (20) è un sensore di Hall digitale.
11. Dispositivo elettronico secondo la rivendicazione 9, caratterizzato



dal fatto che dal fatto che detta variabile è l'angolo di carico  $\vartheta$  e che detto sensore (20A) è un sensore di Hall analogico.

- 5 12. Dispositivo elettronico secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto di avere un terzo ingresso di segnale per ricevere un segnale (26) proporzionale al valore efficace della tensione di rete ottenuto mediante un adattatore di tensione (28) per generare un segnale (50) proporzionale alla portata idraulica del tutto indipendente dalla tensione di alimentazione elettrica.
- 10 13. Dispositivo elettronico secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto di comprendere un contatore (52) interno per incrementare il conteggio dell'angolo di carico  $\vartheta$  ad ogni fronte di salita del segnale di sincronismo di rete (24).
- 15 14. Dispositivo elettronico secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto detto sensore analogico (20A) rileva un segnale proporzionale all'induzione residua ( $B_R$ ) del materiale ferromagnetico del rotore (14) e dipendente dalla temperatura di esercizio.

## RIASSUNTO

La presente invenzione concerne un metodo ed un relativo dispositivo elettronico (10) per determinare la portata idraulica in una pompa azionata da un motore elettrico sincrono (12), detto motore (12) essendo  
5 del tipo comprendente un rotore (14), dotato di un magnete permanente, che viene indotto in rotazione dal campo elettromagnetico generato da uno statore (16) dotato di espansioni polari (18) con relativi avvolgimenti. Il metodo prevede una misura indiretta della portata mediante le seguenti fasi di:

- 10 - acquisizione di almeno una variabile di funzionamento della pompa;  
- confronto tra il valore di detta variabile ed una predeterminata tabella di correlazione a valori di portata idraulica e determinazione di un corrispondente valore di portata.

15

(Fig. 4)

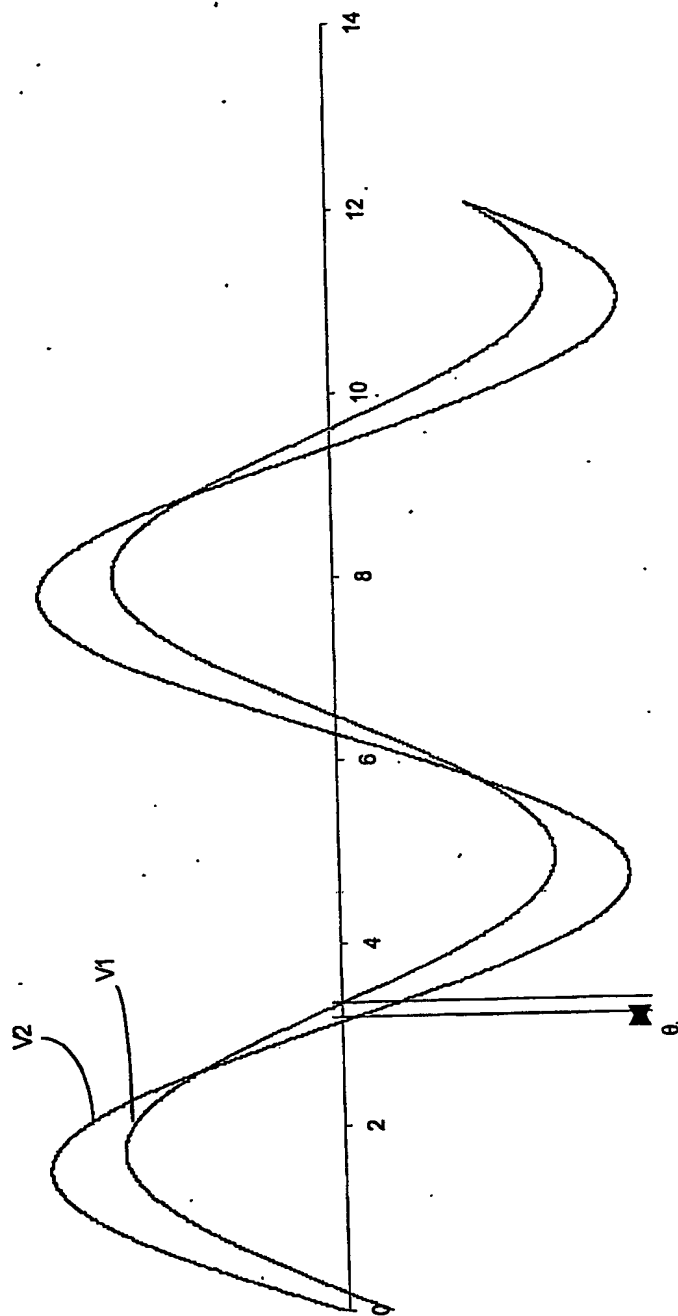


FIG. 1

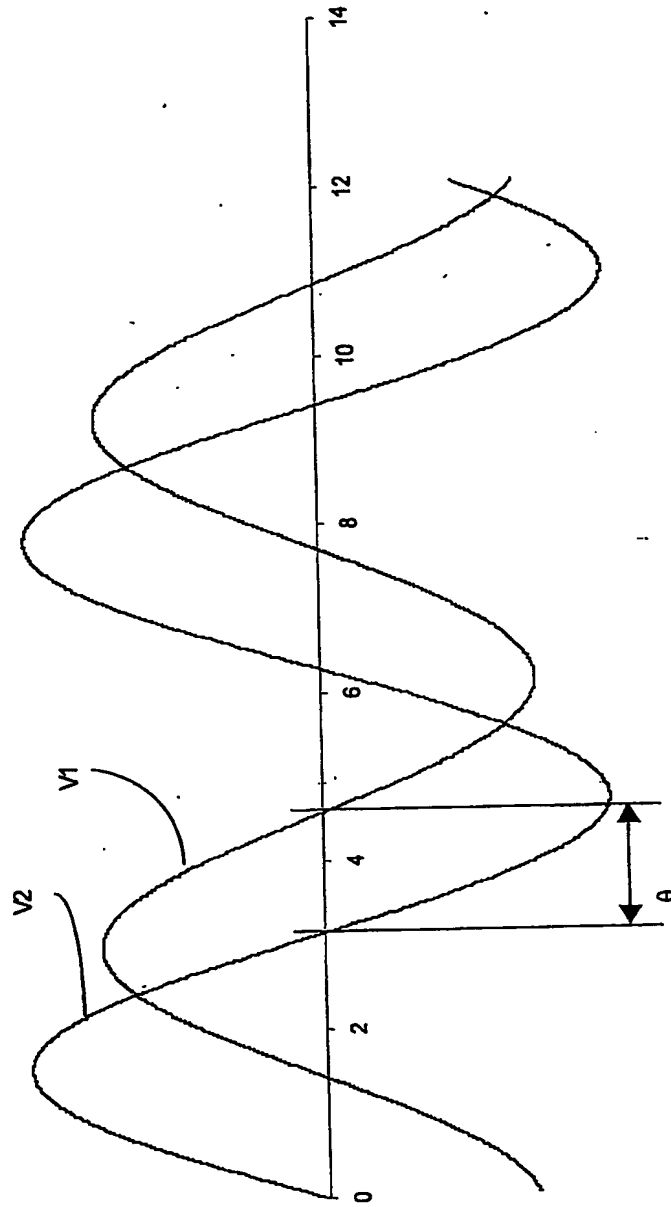


FIG. 2

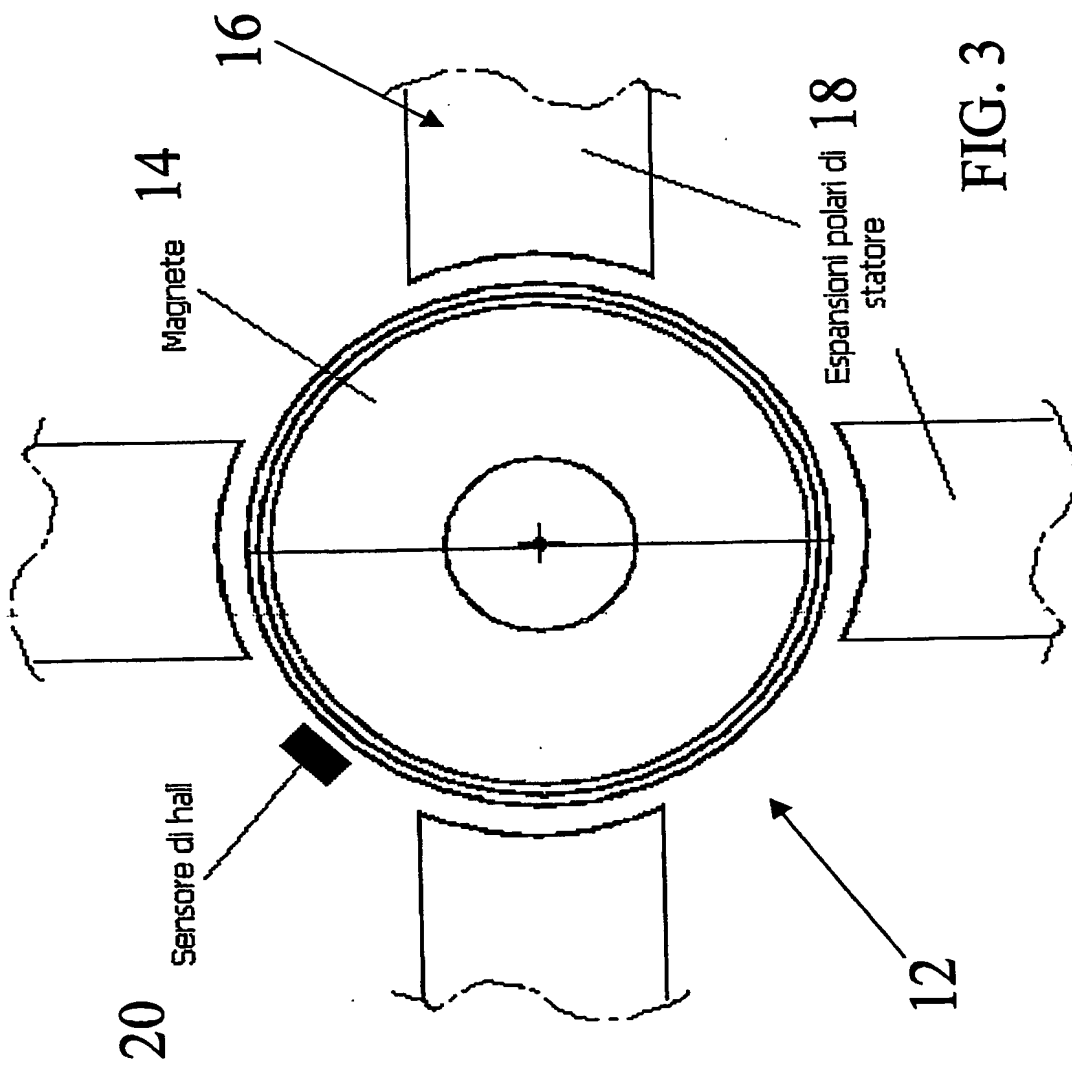


FIG. 3

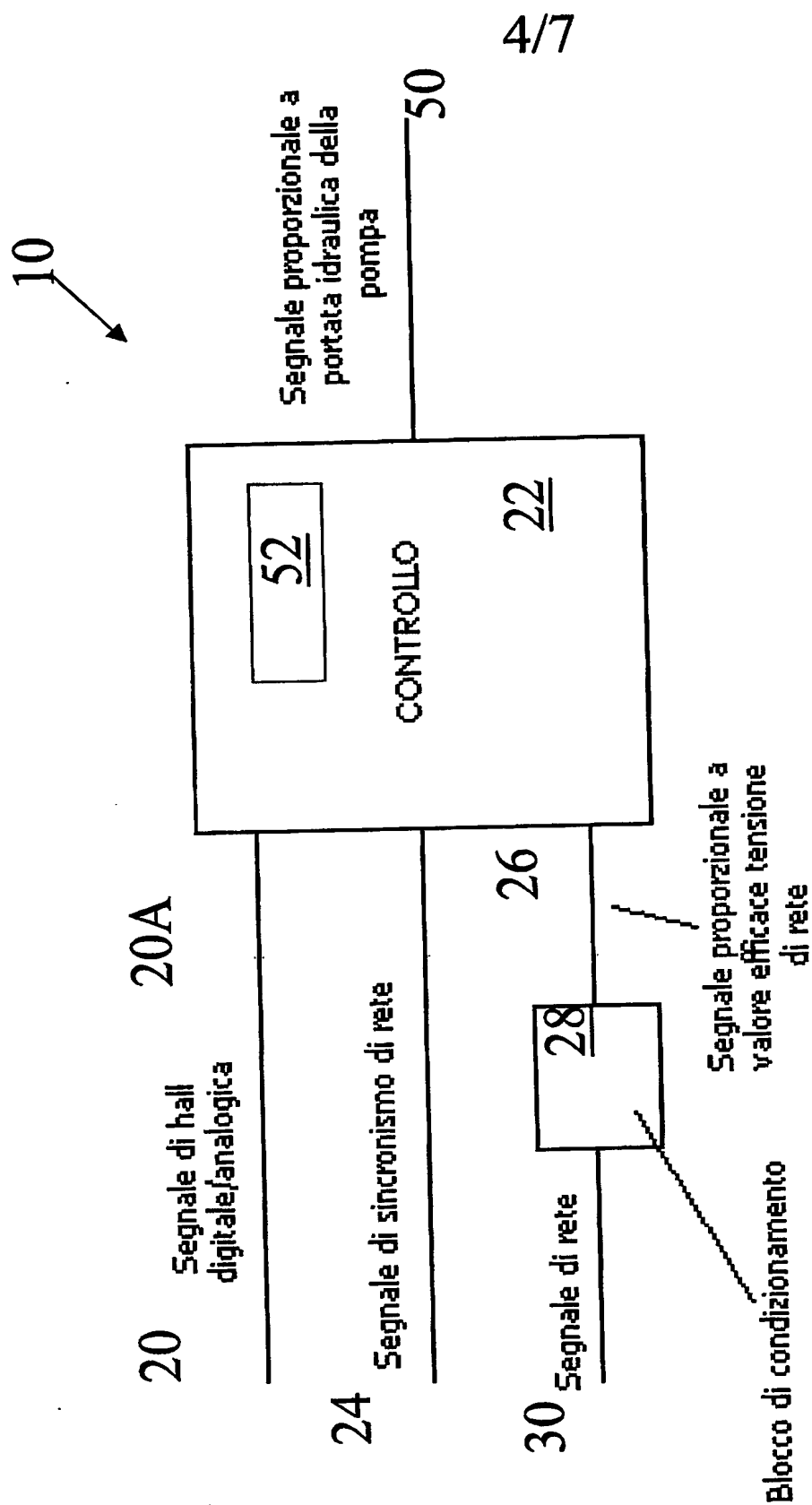


FIG. 4

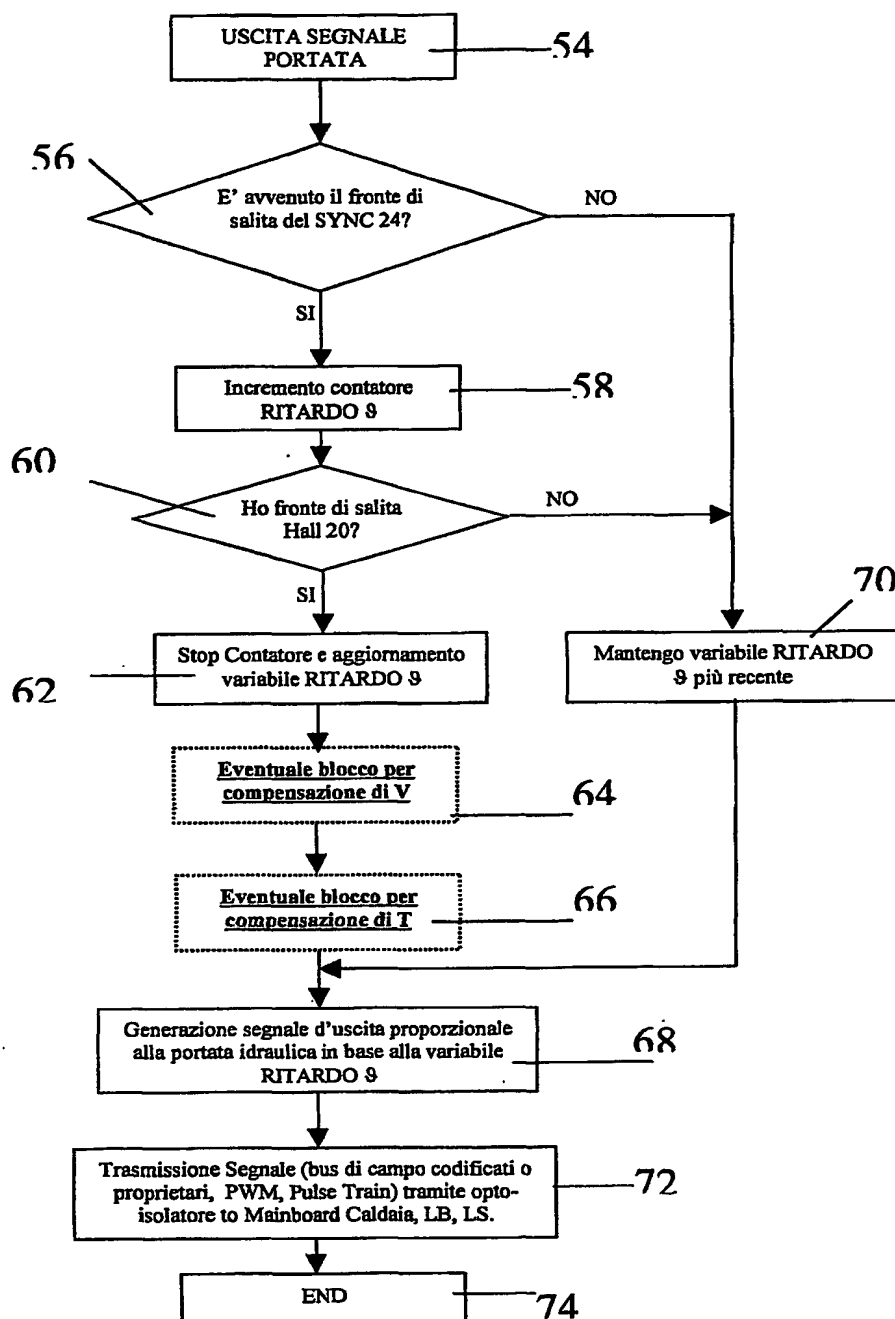
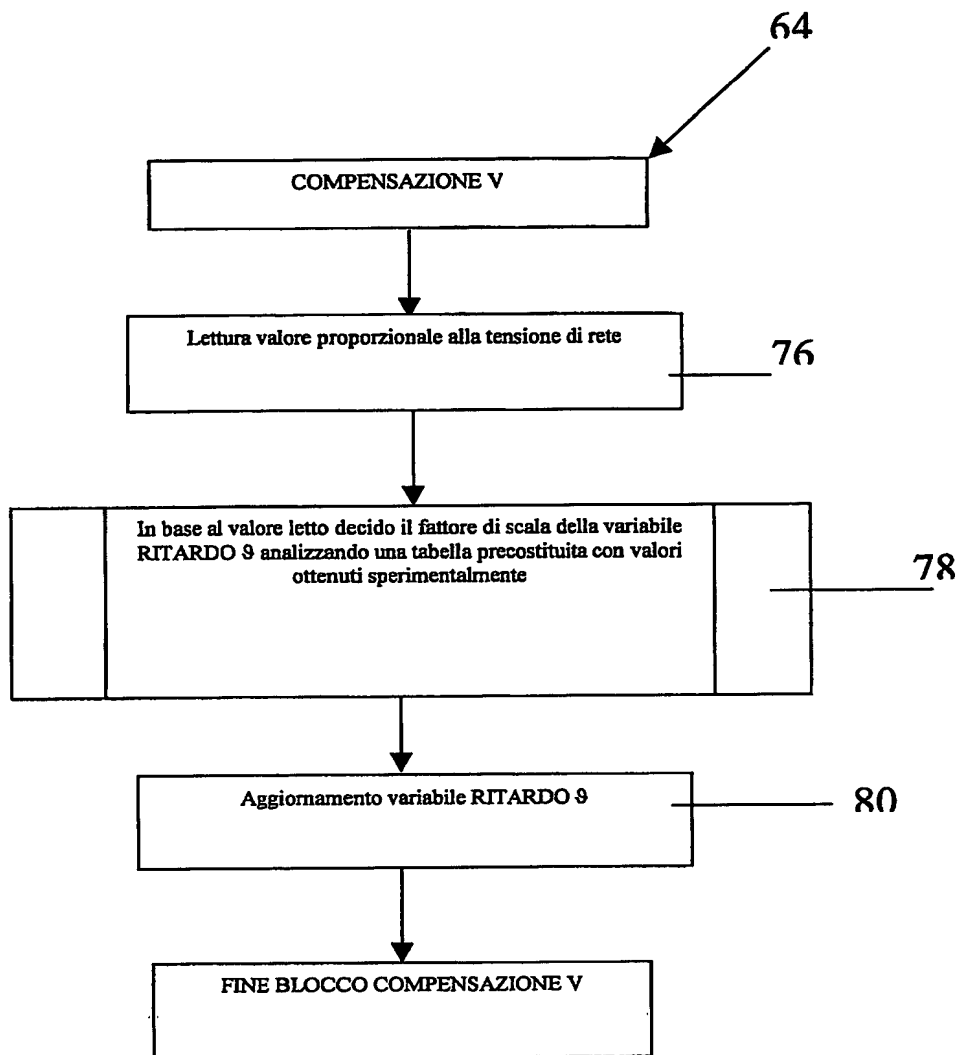
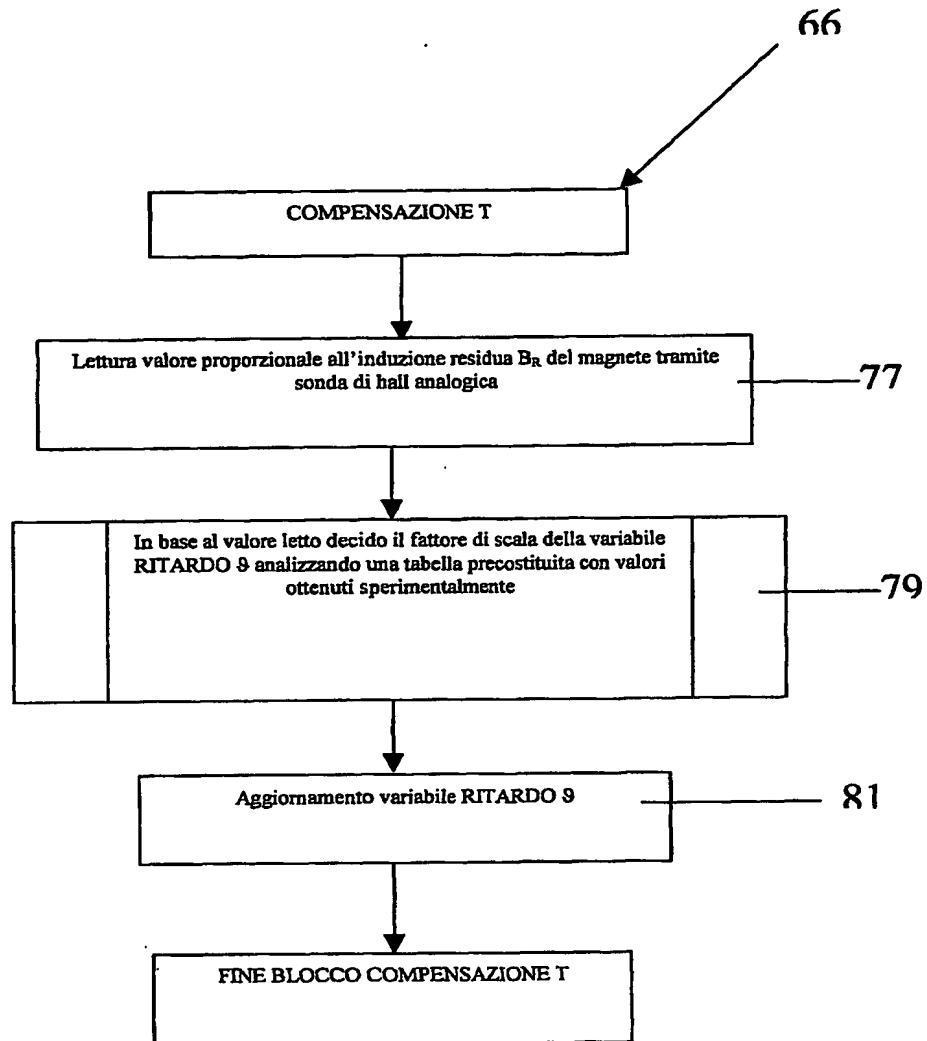


FIG. 5

**FIG. 6**



**FIG. 7**

*NRJ*  
**PCT/EP2004/009668**

